



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

Offenlegungsschrift  
DE 101 17 659 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 03 C 1/025  
B 03 C 1/00

21 Aktenzeichen: 101 17 659.7  
22 Anmeldetag: 9. 4. 2001  
45 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 101 17 659 A 1

71 Anmelder:

Steinert Elektromagnetbau GmbH, 50933 Köln, DE;  
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH Technik und  
Umwelt, 76133 Karlsruhe, DE

72 Vertreter:

Kassner, K., Dipl.-Jur. Pat.-Ing., Pat.-Anw., 12161  
Berlin

73 Erfinder:

Franzreb, Matthias, Dr., 76185 Karlsruhe, DE;  
Leinen, Harald, 50259 Pulheim, DE; Warltitz, Götz,  
50189 Elsdorf, DE

58 Entgegenhaltungen:

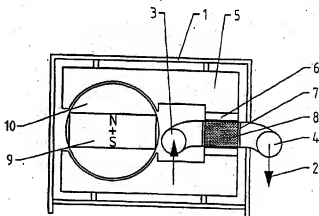
DE 196 26 999 C1  
DE 43 14 902 C2  
DE 33 12 207 A1  
DE 297 23 852 U1  
DE 690 17 401 T2  
DE 690 17 401 T2  
FR 25 44 244 A  
WO 20 010 07 167 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Hochgradienten-Magnetfilter und Verfahren zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien

- 57 Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien (2) in einem Umlauf, ausgestaltet als kompakte und wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit, umfassend
- ein den Hochgradienten-Magnetfilter aufnehmendes Gehäuse (1) mit Mitteln zur Führung des flüssigen Mediums (2) in einem Rohrsystem mit Vorlauf (3) und Rücklauf (4),
  - einen den eigentlichen Hochgradienten-Magnetfilter bildenden Eisenkreis (5), in dem sich in einer, zwischen Polschuhen (6) des Eisenkreises (5) ausgebildeten Filterkammer (7) ein Filter (8) befindet, das von dem zu reinigenden Medium (2) durchströmt wird,
  - mindestens einen in dem Eisenkreis (5) angeordneten Permanentmagneten (9) zur Erzeugung eines Magnetfeldes zwischen den Polschuhen (6), wobei der Eisenkreis (5) von dem flüssigen Medium (2) getrennt und somit abgedichtet ist, und
  - das Magnetfeld zwischen den Polschuhen (6), welches mittels des Permanentmagneten (9) im Wechsel abschaltbar und wieder einschaltbar ist, wodurch der Ablauf und der Betrieb der Abtrennung der Partikel aus den flüssigen Medien einfach und kostengünstig erfolgen können (Fig. 1).



DE 101 17 659 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien, dessen Funktionsweise aus dem physikalischen Prinzip der Generierung von Feldstärkegradienten durch das Einbringen einer ferromagnetischen Struktur in ein Magnetfeld abgeleitet ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters.

[0002] Es hat sich bei dortartigen Filtern durchgesetzt, das erforderliche Magnetfeld durch Permanentmagnete zu erzeugen, um die Baueinheiten raumsparender und kostengünstiger herstellen sowie energiesparender gegenüber den Filtern mit Elektromagneten betreiben zu können.

[0003] Eine derartige Einrichtung ist schon in der DE 33 12 207 A1 beschrieben. Diese enthält feststehende Kammern, die mit einer magnetisierbaren ferromagnetischen Füllmasse gefüllt sind. Für die Zu- und Ableitung eines flüssigen Mediums sind Stutzen vorgesehen. Jedes Paar der Kammern weist eine gemeinsame Magnetisierungsanordnung auf, deren Magnetleiter aus zwei einander gegenüberliegenden Teilen besteht, die auf verschiedenen Seiten von einer durch die Mitten dieser Kammern durchgehenden Linie angeordnet sind. Jeder derartige Teil schließt einen Magneten mit Polschuhen ein, die an den Kammern diametral zueinander in Richtung quer zu der durch die Mitten der Kammern gehenden Linie angeordnet sind, wodurch diese zwei Teile samt den ferromagnetischen Filterfüllmassen einen geschlossenen magnetischen Kreis bilden.

[0004] Nachteilig sind hierbei der noch erhebliche Bau- raum der Einrichtung und der komplizierte Ablauf zur Aus- sonderung der ferromagnetischen Werkstoffe aus den flüs- sigen Medien.

[0005] Weiterhin ist gemäß der DE 196 26 999 ein Hoch- gradienten-Magnetabscheider mit einer magnetischen Ein- heit aus zwei Polen offenbart, die miteinander einen Zwi- schenraum bilden, in dem sich ein homogenes Magnetfeld erzeugen läßt, mit einem Matrixrahmen, der sich um eine Achse in eine Drehung versetzen läßt und zumindest teil- weise einen ringförmigen, durch Trennwände in Segmente abgeteilten Innenraum umschließt, sowie mindestens je- weils einer Zufuß- und einer Abflußleitung. Aufgabe dieser Erfindung ist es, den Weg des Fluids innerhalb des Magnet- feldes zu vergrößern. Dies wird dadurch gelöst, daß die Breite der magnetischen Einheit entlang dem Innenraum mindestens der Breite von zwei Segmenten entspricht und im Bereich des Zwischenraums jedes Segment des ringfö- rmigen Innenraums mit seinen benachbarten Segmenten über jeweils eine Öffnung verbunden ist, wobei die Öffnungen al- ternierend an einer ersten und einer zweiten, der ersten nicht gegenüberliegenden Stelle angebracht sind.

[0006] Das Magnetfeld wird dabei auch von Permanent- magneten aufgebaut, die es schon gestatten, den Separator kleiner und kostengünstiger herzustellen und die Betriebs- kosten zu senken.

[0007] Diese Einrichtung hat den Nachteil, daß sich die Permanentmagnete für den erforderlichen Rückspülvorgang nicht ausschalten lassen. Die in einem Karussell angeordne- ten Filterkammern werden deswegen nach dem Filtervor- gang im Magnetfeld zyklisch aus dem Magnetfeldbereich gedreht und in der feldfreien Zone gespült. Anschließend werden die Filterkammern wieder ins Magnetfeld gedreht und erneut mit der zu reinigenden Flüssigkeit beaufschlagt, bis das Filter zugestutzt ist und ein weiterer Rückspülvor- gang außerhalb des Magnetfeldes erfolgen muß.

[0008] Ein solcher Karussellseparator erfordert einen kon- struktiven Aufbau, der viele bewegte Teile und vor allem

zahlreiche Dichtungen vorsehen muß. Dies führt zu Ver- schleiß und Undichtigkeiten und damit zu einem erhebli- chen Wartungs- und Reparaturaufwand, was z. B. in einer kommunalen Abwasseranlage unvertretbar ist.

[0009] Bei einem weiteren Hochgradienten-Magnetsepa- rator entsprechend dem DE-GM 297 23 852.3 ist zumindest das Dichtungsproblem behoben. Dabei werden nicht die einzelnen Filterkammern in das Magnetfeld hinein- und wieder herausbewegt. Das Filtersystem steht fest, und ein Magnet wird mechanisch hin- und herbewegt, um den Fil- tertvorgang bzw. das Rückspülen einzuleiten. Jedoch sind auch hier viele bewegte Teile erforderlich.

[0010] Schließlich bleibt ein neu entwickelter Hochgra- dienten-Magnetabscheider, wie er in der WO 01/07167 A1 offenbart ist, für das zu lösende Problem außer Betracht, weil er für die Separierung ein verändertes konstruktives und Trennprinzip verfolgt.

[0011] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien zu schaf- fen, der – unter Verwendung eines Permanentmagneten zur Erzeugung des Magnetfeldes – eine kompakte, wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit darstellt, den Ablauf der Abtrennung der Partikel einfach gestaltet, den Permanent- magneten für den erforderlichen Rückspülvorgang unwirk- sam macht, wobei die Vielfalt bzw. -anzahl weiterhin reduziert wird und das Dichtungsproblem beseitigt ist. Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des Hochgra- dienten-Magnetfilters soll die weitgehend effiziente Anwen- dung desselben sichern.

[0012] Erfindungsgemäß wird dies dadurch gelöst, daß der Hochgradienten-Magnetfilter umfaßt

- ein den Hochgradienten-Magnetfilter aufnehmendes Gehäuse mit Mitteln zur Führung des flüssigen Medi- ums in einem Rohrsystem mit Vorlauf und Rücklauf,
- einen den eigentlichen Hochgradienten-Magnetfilter bildenden Eisenkreis; in dem sich in einer, zwischen Polschuhen des Eisenkreises ausgebildeten Filterkam- mer ein Filter befindet, das von dem zu reinigenden Medium durchströmt wird,
- mindestens einen in dem Eisenkreis angeordneten Permanentmagneten zur Erzeugung des Magnetfeldes zwischen den Polschuhen, wobei dieser Teil des Eisen- kreises zu dem flüssigen Medium getrennt und somit abgedichtet ist, und
- das Magnetfeld zwischen den Polschuhen, welches mittels des Permanentmagneten abschaltbar und wie- der einschaltbar ist.

[0013] Die Erfindung kann in zwei Varianten realisiert werden.

[0014] Die eine Variante sieht vor, den Permanentmagne- ten als Rotor auszubilden und in dem entsprechend ausge- formten Teil des Eisenkreises drehbar anzubringen. Dabei ist der Drehwinkel des Rotors so einstellbar, daß die Feldstärke zwischen den Polschuhen von einem minimalen bis zu ei- nem maximalen Feldstärkewert gewählt werden kann, um die Feldstärke den unterschiedlichen Materialien der abzu- trennenden Partikeln anpassen zu können. Es ist auch mög- lich, die Winkelstellung des Rotors z. B. 90°-Weise oder in anderen Winkelschritten zu arretieren.

[0015] Die andere Variante der Erfindung besteht darin, den Permanentmagneten als linear verschiebbares Stück in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises aus- zubilden.

[0016] Für diese Varianten der Erfindung sind die zweck- mäßigen Ausführungen den Merkmalen der Ansprüche 6 bis

12 zu entnehmen.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des Hochgradienten-Magnetfilters sieht vor, daß das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium wechselseitig im Rohrsystem nach folgenden Schritten abläuft:

- a) Beaufschlagung des Filters mit dem zu separierenden Medium über das Rohrsystem mit Vorlauf und Rücklauf bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis zwischen den Polschuhen und Durchsatzung des Magnetfeldes in der vom Medium durchspülten Filterkammer am Drahtgewebe des Filters, wobei sich infolge der hohen Feldgradienten am Filter die magnetisierbaren Partikel anlagern und dabei die Feldstärke entsprechend der Winkelstellung des Permanentmagneten unterschiedlich stark einstellbar ist, danach
- b) Abschalten des Magnetfeldes des Permanentmagneten und Entfernung der angelagerten und separierten Partikel vom Drahtgewebe des Filters durch ein Spülmedium und
- c) Wiederholung der Schrittfolge a) und b).

[0018] Dieses Verfahren kann durch die Verwendung eines Programms zur Steuerung der Takte des vor- und rücklaufenden Mediums bzw. Spülmediums in Wirkverbindung mit dem ein- und ausschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke effizient betrieben werden.

[0019] Die Erfindung wird an Ausführungsbeispielen erläutert. In den Zeichnungen zeigen

[0020] Fig. 1 den erfindungsgemäßen Hochgradienten-Magnetfilter in vereinfachter Darstellung im durch den Rotor 10 eingeschalteten Zustand,

[0021] Fig. 2 den Hochgradienten-Magnetfilter nach Fig. 1 im ausgeschalteten Zustand,

[0022] Fig. 3 die Erfindungsvariante mit schematischer Darstellung des Permanentmagneten 9 als linear verschiebbares Stück,

[0023] Fig. 4 die schematische Darstellung des Rotors 10 mit dem Permanentmagneten 9 aus Einzelpermanentmagneten 12,

[0024] Fig. 5 die schematische Darstellung des Rotors 10 mit Antrieb 13,

[0025] Fig. 6 das Prinzip der Lagerung des Rotors 10 und

[0026] Fig. 7 das Prinzip einer erfindungsgemäßen Doppelausführung mit zwei Filtern 8 und einem Rotor 10.

[0027] Entsprechend den Fig. 1 und 2 besteht der erfindungsgemäße Hochgradienten-Magnetfilter in seinem wesentlichen Aufbau aus einem Gehäuse 1, in dem ein Rohrsystem zur Führung eines flüssigen Mediums 2 (Pfeile), aus dem schwach magnetisierbare Partikel abzutrennen sind, mit einem Vorlauf 3 und einem Rücklauf 4 vorgesehen ist. Dazu werden nicht dargestellte Mittel verwendet, wie z. B. zum allgemeinen Stand der Technik gehörende Ventilsteuerblöcke, die den jeweiligen Vorlauf 3 und Rücklauf 4 des Mediums 2 in einem wechselseitigen Umlauf steuern.

[0028] Innerhalb des Gehäuses befindet sich ein Eisenkreis 5, in dem sich in einer zwischen Polschuhen 6 des Eisenkreises 5 ausgebildeten Filterkammer 7 ein Filter 8 befindet, das von dem Medium 2 durchströmt wird. In dem Eisenkreis ist ein Permanentmagnet 9 angeordnet, der im gemäß Fig. 1 eingeschalteten Zustand ein Magnetfeld zwischen dem Polschuhen 6 erzeugt und damit das Filter 8 durchsetzt.

[0029] Der gesamte Teil des Eisenkreises 5 ist zu dem flüssigen Medium 2 stets abgetrennt und somit abgedichtet, wobei das Rohrsystem mit dem Vorlauf 3 und Rücklauf 4 raumsparend durch den Eisenkreis 5 jochartig umgriffen

wird.

[0030] In den Fig. 1 und 2 ist die Erfindungsvariante mit einem als Rotor 10 ausgebildeten Permanentmagneten 9 dargestellt. Der Rotor 10 ist mit Einzelpermanentmagneten 12 gemäß Fig. 4 bestückt. Fig. 5 zeigt die schematische Darstellung eines Antriebs 13 für den Rotor 10, mit dem dieser das Magnetfeld abschaltet (Fig. 2) und einschaltet (Fig. 1). Zweckmäßigerweise ist der Rotor 10 mit einer Achse 14 versehen, die in Gleitlagern 15 drehbar aufgenommen ist. [0031] Die Erfindungsvariante mit dem Permanentmagneten als linear verschiebbares Stück 11, welches z. B. gleichzeitig gelagert und über einen nicht dargestellten Antrieb das Magnetfeld ein- und wieder abschaltet, ist in Fig. 3 schematisch dargestellt, wobei die Gestaltung dieses Hochgradienten-Magnetfilters sich in Analogie zu den Fig. 1 und 2 ergeben kann.

[0032] Nach diesem konstruktiven Grundaufbau sind vorteilhafte Ausführungen möglich, die je nach Verwendungszweck und Wirkungsgrad realisiert und sich wie folgt darstellen können:

Je nach der Beschaffenheit der abzutrennenden, schwachmagnetisierbaren Partikel aus den flüssigen Medien 2, kann der Drehwinkel des Rotors 10 so eingestellt werden, daß die wirkende Feldstärke zwischen den Polschuhen 6 von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert wählbar ist. Damit ist eine weitgehende Anpassung der auf die unterschiedlichen Materialien der Partikel einwirkenden Feldstärke möglich, und der Trenneffekt ist beeinflussbar. Wenn es zweckmäßig ist, kann der Rotor 10 auch 90°-Weise oder in anderen Winkelschritten gedreht und arretiert werden.

[0033] Um den Durchsatz und Wirkungsgrad erfindungsgemäßer Hochgradienten-Magnetfilter zu erhöhen sowie den spezifischen Bauaufwand zu senken, wird die Ausbildung gemäß der Fig. 7 vorgeschlagen, bei der der Eisenkreis 5 so gestaltet ist, daß zwei Filter 8 vorgesehen sind, die von einem Permanentmagneten 9 gleichzeitig mit je einem Magnetfeld im eingeschalteten Zustand beaufschlagt oder ausgeschaltet sind. Fig. 7 zeigt dabei den Permanentmagneten 9 als Rotor 10, wobei Durchsatz und Wirkungsgrad auch durch das linear verschiebbare Stück 11 als Permanentmagnet erhöhbar sind, wenn dieses in einem entsprechend gestalteten bzw. angeordneten Eisenkreis 5 korrespondiert und mindestens zwei Filter 8 mit je einem Magnetfeld versorgt. [0034] Das erfindungsgemäße Verfahrensprinzip zum Betreiben aller denkbaren erfindungsgemäßen Konstruktionsvarianten sieht vor, daß das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium 2 wechselseitig im Rohrsystem nach folgenden Schritten abläuft:

- a) In der ersten Schrittfolge wird mindestens ein Filter 8 mit dem zu separierenden flüssigen Medium 2 über das Rohrsystem beaufschlagt. Das Rohrsystem ist in einem Vorlauf 3 und einem Rücklauf 4 wechselseitig anwendbar, wobei in dieser ersten Schrittfolge bei eingeschaltetem Magnetfeld im Eisenkreis 5 zwischen den Polschuhen 6 z. B. gemäß Fig. 1 der Vorlauf 3 und der Rücklauf 4 des flüssigen und zu reinigenden Mediums 2 dargestellt sind. Dabei durchsetzt das Magnetfeld den vom Medium 2 mittels des Rohrsystems durchspülten Filter 8, welches aus einem magnetisierbaren Drahtgewebe besteht. Infolge der hohen Feldgradienten am Filter 8 lagern sich die magnetisierbaren Partikel im Drahtgewebe an. Die Feldstärke kann entsprechend der Drehung (Rotor 10) oder Verschiebung (linear verschiebbares Stück 11) des Permanentmagneten 9 unterschiedlich stark eingestellt werden.
- b) Danach wird in der weiteren Schrittfolge das Magnetfeld des Permanentmagneten 9 (Rotor 10/linear

verschiebbares Stück 11) abgeschaltet. Das oder ein Medium 2 mit einem nun umgekehrt gerichteten Vorlauf 3 und Rücklauf 4 (z. B. entsprechend der Fig. 2) entfernt die am Drahtgewebe des Filters 8 angelagerten und separierten Partikel in einem Spülvorgang. Diese Spülung ist in mehreren Variationen durchführbar, indem z. B.

– ein zu reinigendes und von den Partikeln zu befreiendes Medium 2 und ein gesondertes Spülmedium oder

– das zu reinigende und von den Partikeln befreite Medium 2 als Spülmedium

durch entsprechende Führung im Rohrsystem mittels Ventilsteuerung im Vorlauf 3 und Rücklauf 4 verwendet werden.

c) Wiederholung dieser vorgeschriebenen Schrittfolgen im ständigen wechselseitigen Umlauf, wobei das Filter 8 je nach Zustand oder Verbrauch aus der Filterkammer 7 herausnehmbar oder austauschbar ist, um es z. B. zu ersetzen.

[0035] Mit einem Programm können die Takte des vor- und rücklaufenden Mediums 2 bzw. Spülmediums in dem wechselseitigen Umlauf in Wirkverbindung mit dem ein- und abzuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke für sämtliche Konstruktionsvarianten gesteuert werden.

[0036] Das erfindungsgemäße Konstruktions- und Verfahrensprinzip zeichnet sich in seiner gewerblichen Anwendung dadurch aus, daß

- einerseits eine kompakte, wartungs- sowie reparaturarme Baueinheit geschaffen wird und
- andererseits der Ablauf und der Betrieb der Abtrennung der Partikel aus flüssigen Medien einfach sowie kostengünstig durchgeführt werden können, wobei
- schließlich die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik beseitigt sind und eine vielfältige Anwendung in verschiedenen einschlägigen Industrien möglich wird.

# Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse
- 2 Flüssiges Medium
- 3 Vorlauf
- 4 Rücklauf
- 5 Eisenkreis
- 6 Polschuh
- 7 Filterkammer
- 8 Filter
- 9 Permanentmagnet
- 10 Rotor
- 11 linear verschiebbares Stück
- 12 Einzelpermanentmagnet
- 13 Antrieb
- 14 Achse
- 15 Gleitlager

# Patentansprüche

1. Hochgradienten-Magnetfilter zum Abtrennen von schwach magnetisierbaren Partikeln aus flüssigen Medien (2) in einem Umlauf, umfassend
- ein den Hochgradienten-Magnetfilter aufnehmendes Gehäuse (1) mit Mitteln zur Führung des flüssigen Mediums (2) in einem Rohrsystem mit Vorlauf (3) und

Rücklauf (4),

einen den eigentlichen Hochgradienten-Magnetfilter bildenden Eisenkreis (5), in dem sich in einer, zwischen Polschuhen (6) des Eisenkreises (5) ausgebildeten Filterkammer (7) ein Filter (8) befindet, das von dem zu reinigenden Medium (2) durchströmt wird, mindestens einen in dem Eisenkreis (5) angeordneten Permanentmagneten (9) zur Erzeugung eines Magnetfeldes zwischen den Polschuhen (6), wobei der Eisenkreis (5) von dem flüssigen Medium (2) getrennt und somit abgedichtet ist, und

das Magnetfeld zwischen den Polschuhen (6), welches mittels des Permanentmagneten (9) im Wechsel abschaltbar und wieder einschaltbar ist.

2. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (9) als Rotor (10) ausgebildet und in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises (5) drehbar angeordnet ist.

3. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehwinkel des Rotors (10) von einem minimalen bis zu einem maximalen Feldstärkewert einstellbar ist.

4. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehwinkel des Rotors (10) 90°-Weise einstellbar ist.

5. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (9) als linear verschiebbares Stück (11) in dem entsprechend ausgeformten Teil des Eisenkreises (5) ausgebildet ist.

6. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine derartige Gestaltung des Eisenkreises (5), daß mindestens zwei Filter (8) vorgesehen sind, die von einem Permanentmagneten (9) gleichzeitig oder auch im Wechsel hinsichtlich je eines beaufschlagbaren Magnetfeldes eingeschaltet oder abgeschaltet sind.

7. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (9) aus mehreren Einzelpermanentmagneten (12) besteht.

8. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (9) mit einem Antrieb (13) verbunden ist.

9. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) mit seiner Achse (14) in Gleitlagern (15) gelagert ist.

10. Hochgradienten-Magnetfilter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das linear verschiebbare Stück (11) gleitend gelagert ist.

11. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (8) aus magnetisierbarem Drahtgewebe besteht.

12. Hochgradienten-Magnetfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Filter (8) aus der Filterkammer (7) herausnehmbar oder austauschbar ist.

13. Verfahren zum Betreiben eines Hochgradienten-Magnetfilters nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Abtrennen der schwach magnetisierbaren Partikel aus dem flüssigen Medium wechselseitig im Rohrsystem nach folgenden Schritten abläuft:

- a) Beaufschlagung mindestens eines Filters (8) mit dem zu separierenden flüssigen Medium (2) über das Rohrsystem in einem Vorlauf (3) und einem Rücklauf (4) bei eingeschaltetem Magnetfeld

im Eisenkreis (5) zwischen den Polschuhen (6) und Durchsetzung des Magnetfeldes in der vom Medium (2) durchspülten Filterkammer (7) am Drahtgewebe des Filters (8), wobei sich infolge der hohen Feldgradienten am Filter (8) die magnetisierbaren Partikel anlagern und dabei die Feldstärke entsprechend der Drehung oder Verschiebung des Permanentmagneten (9) unterschiedlich stark einstellbar ist, danach

b) Abschalten des Magnetfeldes des Permanentmagneten (9) und Entfernung der angelagerten und separierten Partikel vom Drahtgewebe des Filters (8) in einem Spülvorgang mit umgekehrt gerichtetem Vorlauf (3) und Rücklauf (4) und  
c) Wiederholung der Schrittfolgen a) und b) bis zur Beendigung der Abtrennung der Partikel aus dem flüssigen Medium (2).

14. Verfahren nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch die Verwendung eines zu reinigenden und von den Partikeln zu befreienden Mediums (2) und eines gesonderten Spülmediums.

15. Verfahren nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch die Verwendung des zu reinigenden Mediums als Spülmedium.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Programmes zur Steuerung der Takte des vor- und rücklaufenden Mediums (2) bzw. Spülmediums in Wirkverbindung mit dem ein- und abzuschaltenden Magnetfeld und der einzustellenden Magnetfeldstärke.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

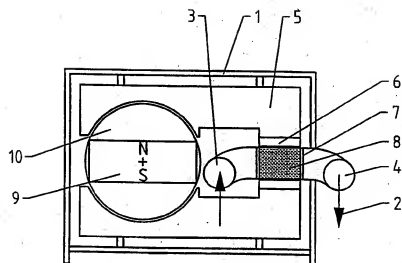


Fig. 1

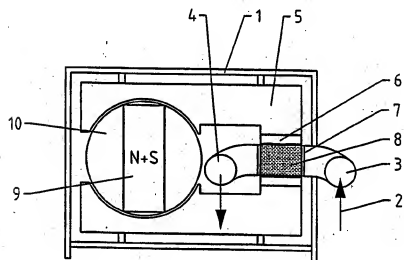


Fig. 2

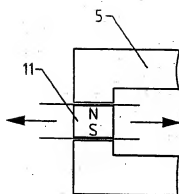


Fig. 3

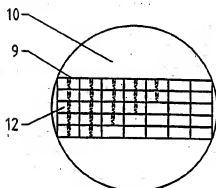


Fig. 4

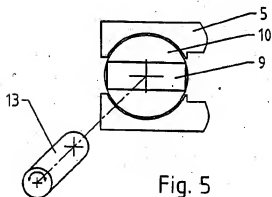


Fig. 5

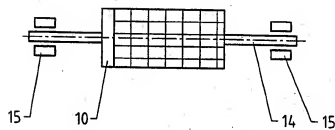


Fig. 6

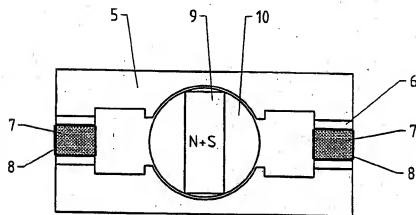


Fig. 7